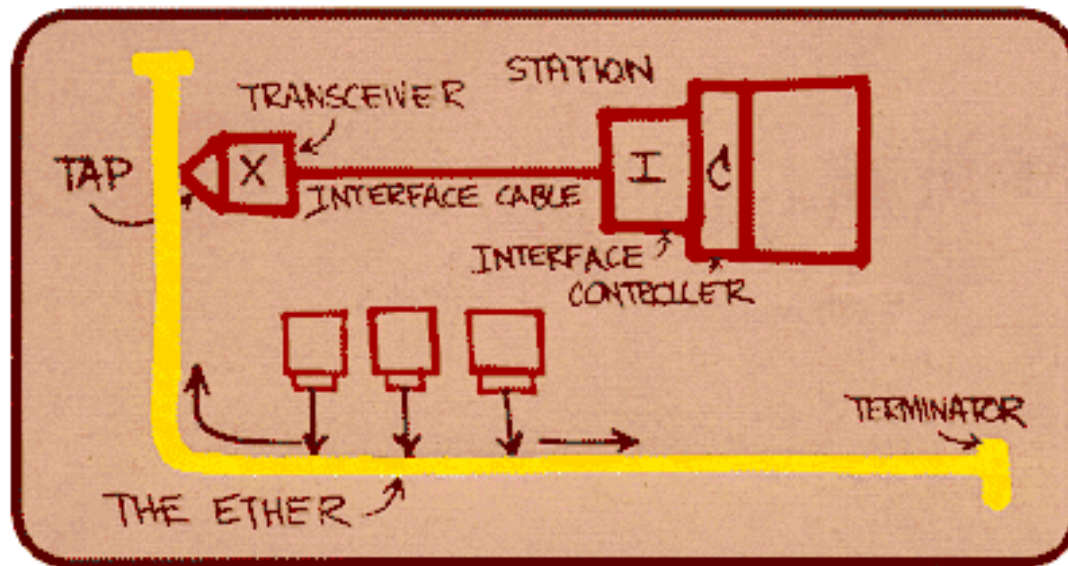


# Ethernet

# Ethernet

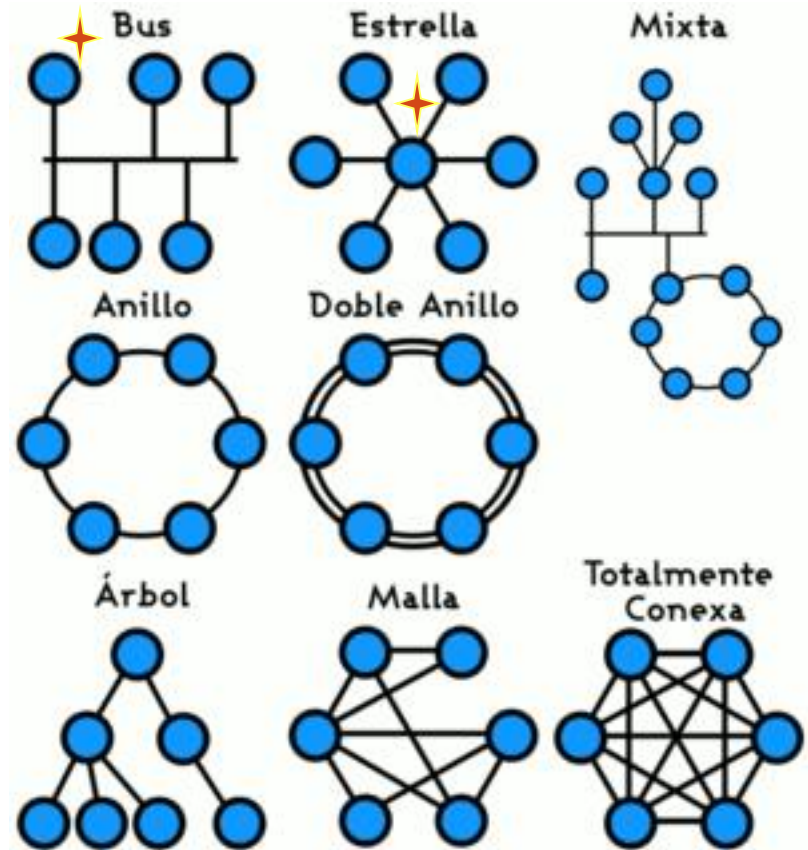
- Es la primer LAN de alta velocidad.
- Es más simple que Token Ring, FDDI y ATM.
- Velocidad de 10Mbps a 10 Gbps.
- Hardware económico.



# Topologías de red

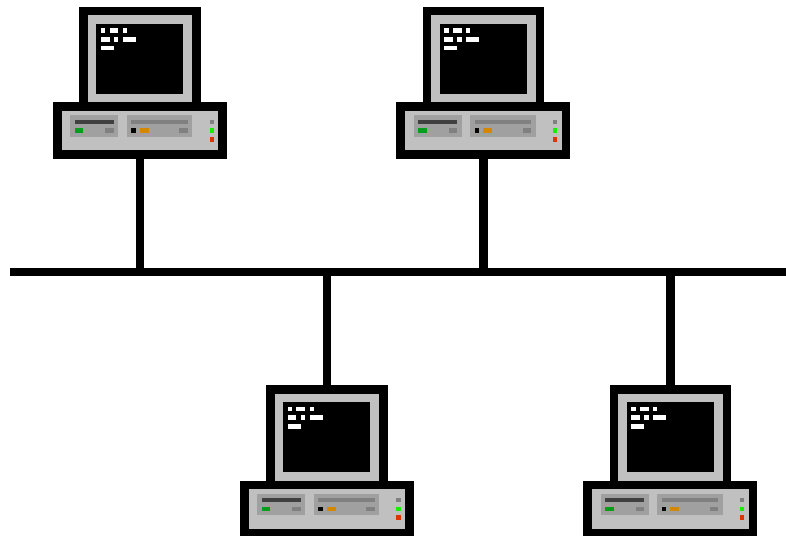
## Topología física

- es la disposición real de las máquinas, dispositivos de red y cableado (los medios) en la red.
- la determina únicamente la configuración de las conexiones entre nodos.



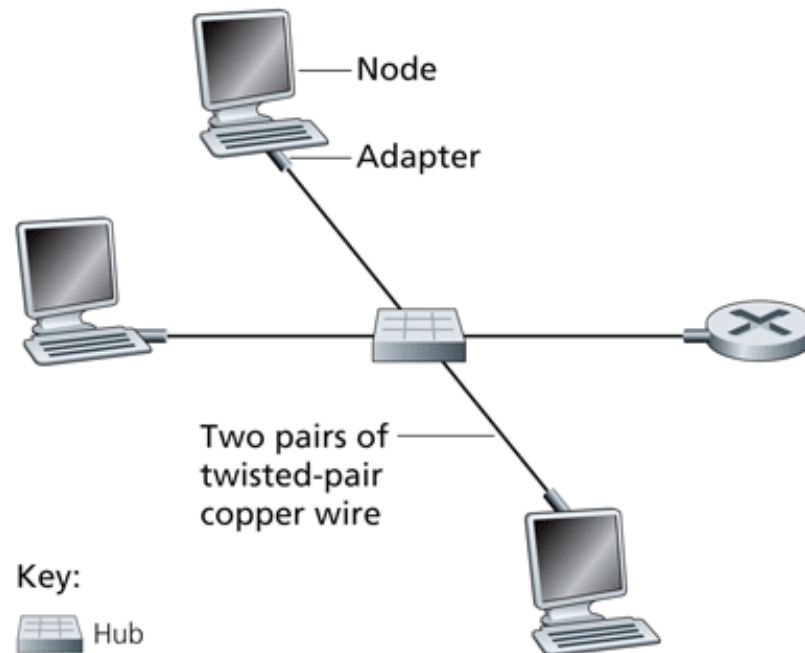
# Topología Bus

Tiene todos sus nodos conectados directamente a un enlace y no tiene ninguna otra conexión entre si. Físicamente cada host está conectado a un cable común, por lo que se pueden comunicar directamente. La ruptura del cable hace que los hosts queden desconectados.



# Topología Estrella

- En los 90 era común la topología Bus.
- Hoy (2005) domina la topología estrella.
- Elecciones de conexión: hub o switch.

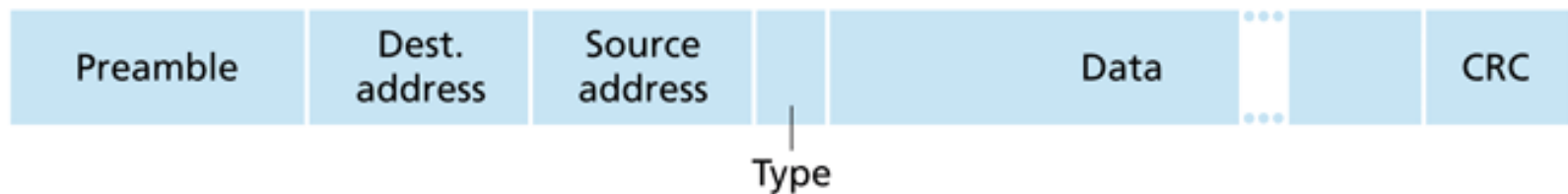


# Topología lógica

- es la forma en que las máquinas se comunican a través del medio físico.
- Los dos tipos más comunes de topologías lógicas son:
  - **broadcast (Ethernet):** simplemente significa que cada host envía sus datos hacia todos los demás hosts del medio de red.
  - **transmisión de tokens (Token Ring y FDDI):** controla el acceso a la red al transmitir un token eléctrico de forma secuencial a cada host.

# Estructura de la trama Ethernet

El transmisor encapsula el datagrama IP (u otro protocolo de red) en la **trama Ethernet**.



## Preámbulo (8 bytes):

- 7 bytes con patrón 10101010 seguido por un byte con patrón 10101011.
- Usado para sincronizar la frecuencia de reloj del receptor.

## Dirección destino (6 bytes):

- Si el adaptador recibe una trama con dirección destino propia o dirección de broadcast (paquete ARP), éste pasa los datos de la trama al protocolo de capa de red, de otro modo, el adaptador descarta la trama.

### Dirección fuente (6 bytes):

- El campo contiene la dirección MAC del transmisor.

### Tipo (2 bytes):

- Indica el protocolo de capa superior (principalmente IP pero hay otros como Novell IPX y AppleTalk).

### Datos (46 a 1,500 bytes):

- Contiene el datagrama IP.
  - MTU en Ethernet:
    - máximo de 1,500 bytes.
    - mínimo de 46 bytes.

### CRC (4 bytes):

- Verificado en el receptor, si un error es detectado, la trama es simplemente descartada.



# Codificación Manchester

## ¿Qué es?

- Un tipo de codificación empleada en diferentes aplicaciones, entre las más conocidas está la usada en la norma IEEE 802.3 (Ethernet) para la transmisión en redes LAN de cable coaxial o par trenzado.
- A la mitad de la señal de cada bit existe una conmutación por lo que se puede decir que es excelente para la sincronización entre emisor y receptor.

# Funcionamiento

- Ocurre una transición a la mitad de cada bit para sincronización y se mantiene un mismo nivel de voltaje positivo o negativo.
- Para representar un 1:
  - transición es hacia arriba.
- Para representar un 0:
  - la transición es hacia abajo.
- Cada período de un bit se divide en dos intervalos iguales.

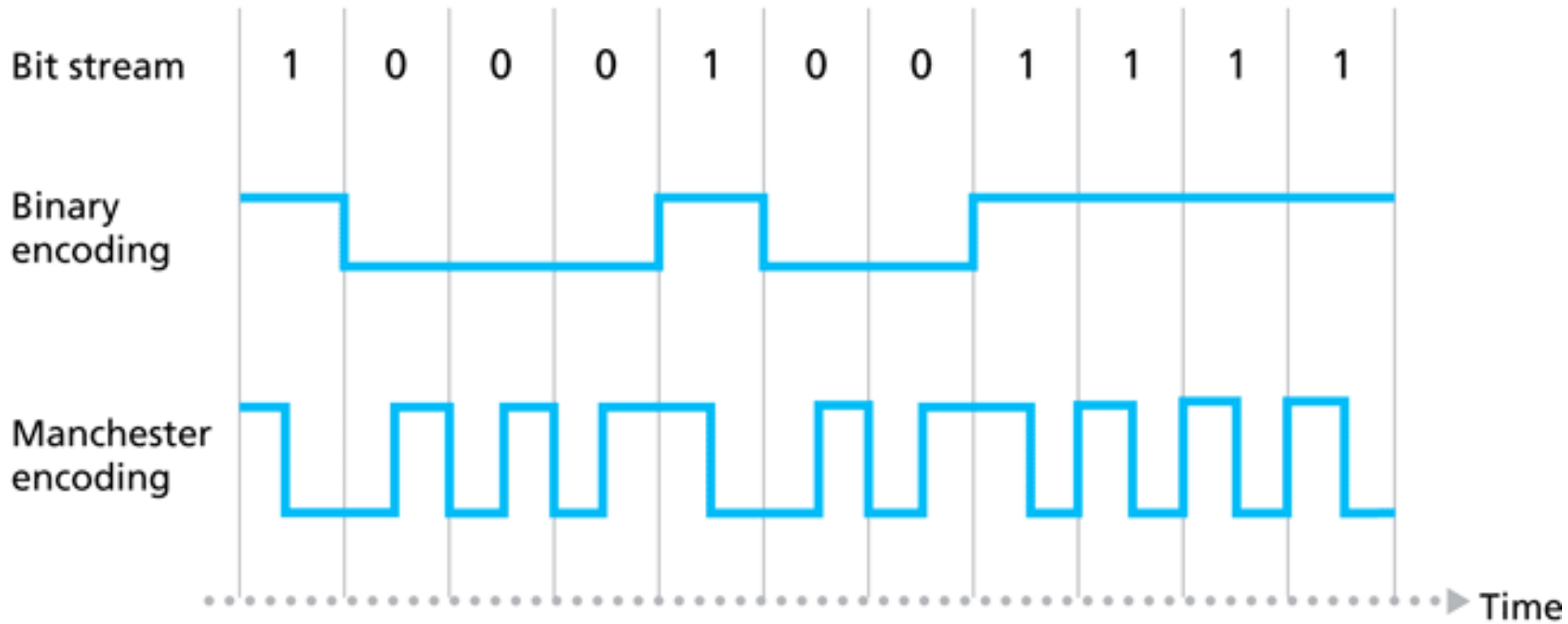
# Ventajas

- El receptor puede sincronizar la señal usando dicha transición, es decir, que siempre está presente y no se interrumpe, por lo que también se dice que esta es auto sincronizada.
- Se pueden detectar errores fácilmente si se descubre una ausencia de la transición esperada en mitad del intervalo.
- Se utiliza la misma cantidad de voltaje para representar un uno o un cero.

# Desventajas

- Resulta un poco complicado determinar donde comienza y donde termina un bit.
- Se necesita el doble de ancho de banda para la misma información, debido a que los pulsos son de la mitad de ancho.

# Ejemplo



# Servicio no confiable y sin conexión

- **Sin conexión:**

- No hay handshaking entre adaptadores Tx y Rx.

- **No confiable:**

- Receptor no envía acks o nacks al transmisor.
  - Flujo de datagramas enviados a la capa de red puede tener espacios vacíos.
  - Los espacios vacíos son llenados si la aplicación está usando TCP.
  - De otra manera, si falta algún fragmento, IP no podrá re-ensamblar el datagrama y lo descarta.

# CSMA/CD

- No hay ranuras.
- **Sensa portadora**: adaptador no transmite si otro adaptador lo está haciendo.
- **Detecta Colisiones**: adaptador transmisor aborta cuando éste detecta que otro adaptador está transmitiendo.
- **Acceso Aleatorio**: Antes de intentar una retransmisión el adaptador espera un tiempo aleatorio.

# Algoritmo CSMA/CD de Ethernet

1. El adaptador recibe un datagrama de la capa de red y crea la trama y la coloca en la memoria (*buffer*).
2. Si el adaptador sensa que el canal está:  
  
**Libre:** el adaptador comienza a transmitir la trama.  
  
**Ocupado:** el adaptador espera hasta que esté libre el canal y transmite.
3. Si el adaptador transmite la trama entera sin detectar colisión, se considera transmisión lograda !
4. Si el adaptador detecta otra transmisión mientras transmite, aborta y envía una señal de “*jam*”.
5. Después de abortar, el adaptador entra en **backoff exponencial**. Después de la  $m$ -ésima colisión, el adaptador elige un  $K$  aleatorio entre  $\{0,1,2,\dots,2^m-1\}$ . El adaptador espera  $K \cdot 512$  periodos de bit y regresa al paso 2.

# CSMA/CD de Ethernet (detalles)

**Señal de “jam”:** asegura que todos los transmisores detecten la colisión.

- el tamaño de la señal es de 48 bits.

**Periodo de Bit:** tiempo en que se transmite un solo bit.

- 0.1 microsec en 10 Mbps Ethernet; para  $K=1023$ , se esperará alrededor de 50 msec.

## Backoff Exponencial:

- *Meta:* retransmisiones intentan estimar la carga actual.
  - Alta carga: espera aleatoria será mayor.
- Primera colisión: elige  $K$  entre  $\{0,1\}$ ; retardo es  $K \cdot 512$  periodos de bits.
- Después de segunda colisión: elige  $K$  de  $\{0,1,2,3\}$ ...
- Después de 10 colisiones, elige  $K$  de  $\{0,1,2,3,4,\dots,1023\}$

La eficiencia es mucho mayor que ALOHA (ranurado o no).

CSMA/CD



# Eficiencia de Ethernet

Fracción de tiempo durante la transmisión de tramas en un canal sin que ocurra una colisión.

$$efficiency = \frac{1}{1 + 5t_{prop}/t_{trans}}$$

Donde:

$t_{prop}$  → tiempo máximo que toma la señal en propagarse entre dos adaptadores.

$t_{trans}$  → tiempo para transmitir la trama más grande.

# Tecnologías Ethernet

Tecnologías como:

❖ 10BASE-T, 10BASE-2, 100BASE-T, 1000BASE-LX, 10GBASE-T.

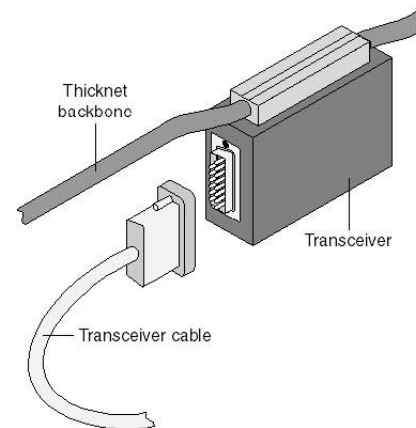
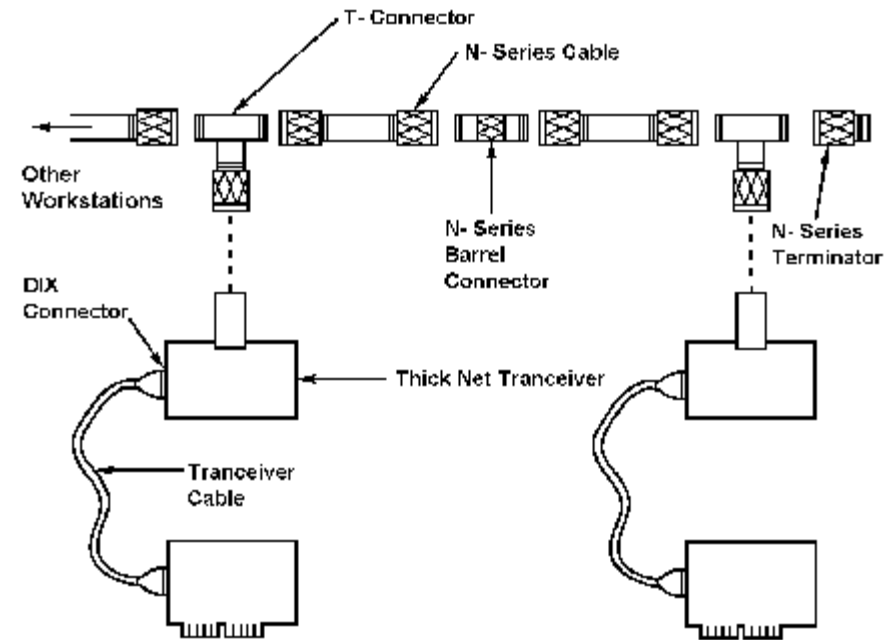
- 10, 100, 1000, 10G → velocidad del enlace.
- BASE → banda base, tráfico que transporta el medio físico.
- T, LX → medio físico.
- Ethernet → es capa física y capa de enlace.

Estandarizadas por:

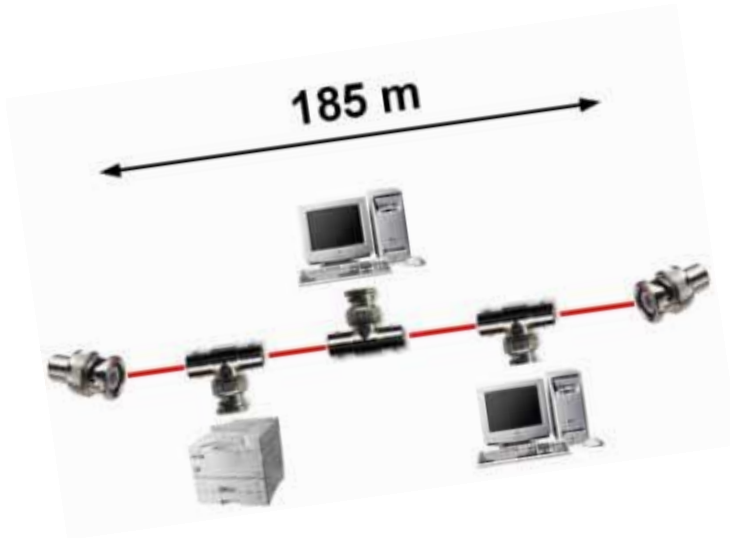
✓ IEEE 802.3 CSMA/CD (Ethernet)

# 10BASE5

- Producto original de Ethernet del año 1980.
- Transmitía 10 Mbps en un sólo cable coaxial grueso.
- Forma parte del estándar original 802.3.
- Son económicos y no requieren de configuración.
- Usa codificación Manchester.
- Cable grueso, pesado y difícil de instalar.
- Transmisión half-duplex.



# 10BASE2

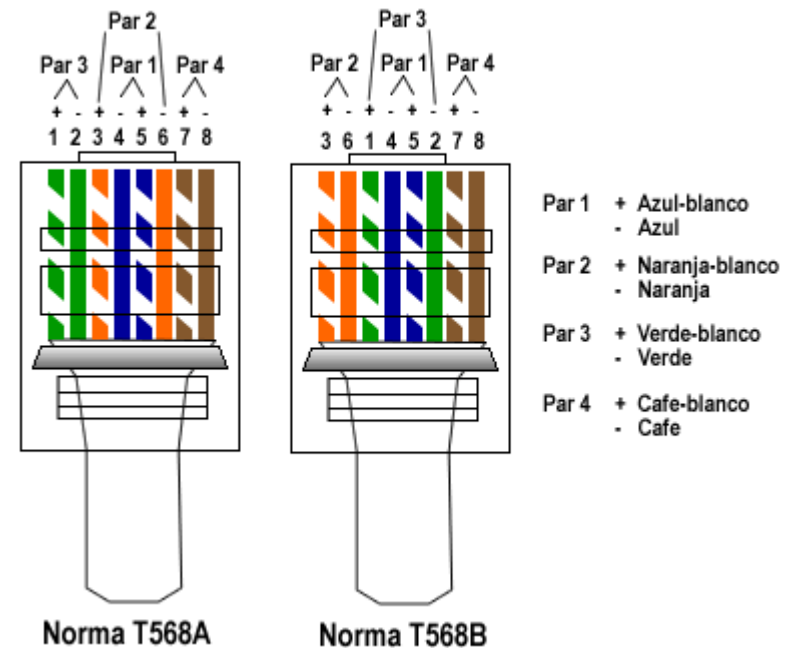
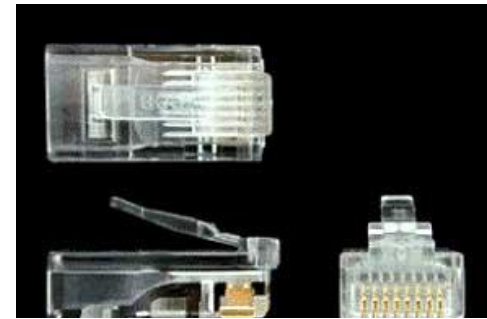


[www.Superinventos.com](http://www.Superinventos.com)

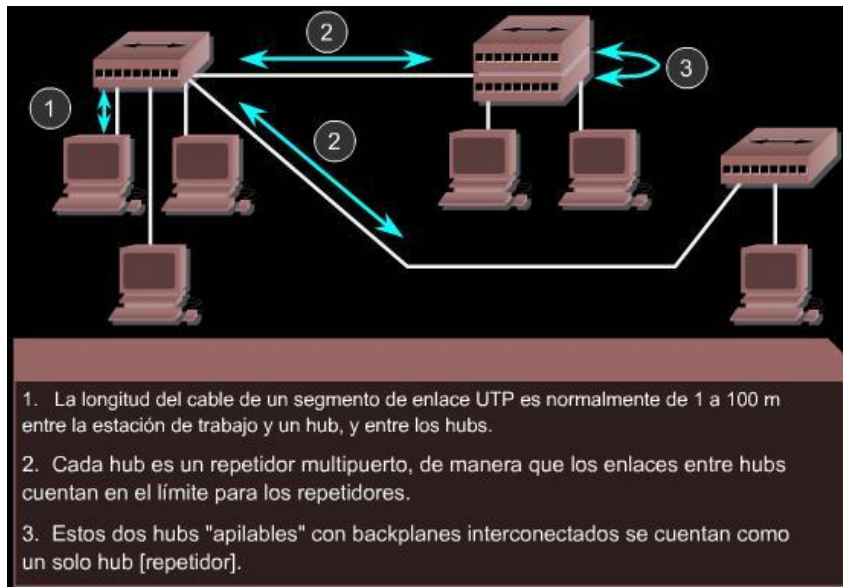
- Referencia como **thinnet** debido al uso de cable coaxial delgado (RG-58).
- Se introdujo en 1985.
- Instalación sencilla debido a su menor tamaño y peso, y por su mayor flexibilidad.
- Utiliza codificación Manchester.
- Los computadores en la LAN se conectaban entre sí con una serie de tendidos de cable coaxial sin interrupciones.
- Se usaban conectores BNC para unir estos tendidos a un conector en forma de T en la NIC.

# 10BASET

- Se introdujo en 1990.
- Utilizaba cable de cobre (UTP) de Categoría 3.
- Usa codificación Manchester.
- Tiene un conductor sólido para cada hilo en un cable horizontal con una longitud máxima de 90 metros.
- Utiliza conectores RJ-45 de ocho pines.
- Transporta 10 Mbps de tráfico en modo half-duplex y 20 Mbps en modo full-duplex.



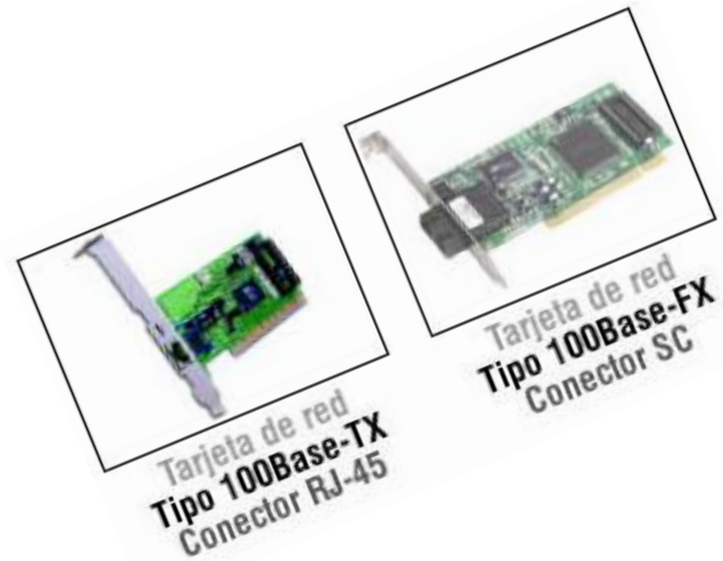
# Arquitectura 10BASE-T



- Los enlaces de 10BASE-T
- Consisten en una conexión entre la estación y un hub o switch.
- Los hubs y los repetidores **no dividen los segmentos de la red en distintos dominios de colisión**, solamente extienden la longitud de una red dentro de un solo dominio de colisión.
- Los puentes y los switches **dividen un segmento en dominios de colisión** individuales.
- Se debe mantener el retardo entre las estaciones lejanas, al mínimo.

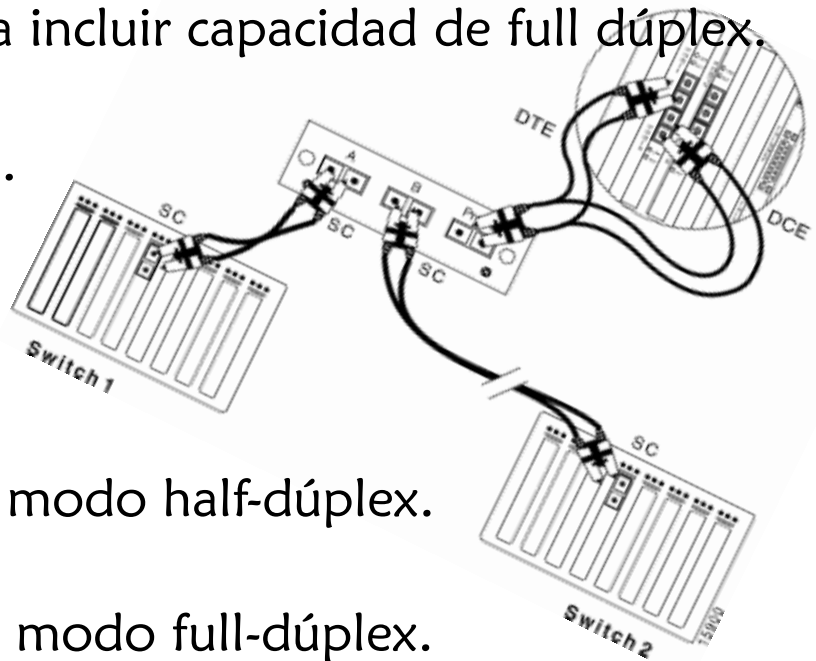
# Ethernet de 100-Mbps

- Se conoce como Fast Ethernet.
- Características comunes:
  - parámetros de temporización.
  - formato de trama.
  - proceso de transmisión.
- Para responder a los problemas de transmisión de datos se utilizan dos distintos pasos de codificación.
  - codificación que utiliza una técnica denominada 4B/5B.
  - codificación real de la línea específica para el cobre o la fibra.



# Características

- En 1995, se convirtió en un éxito comercial.
- En 1997, Ethernet se expandió para incluir capacidad de full dúplex.
- Los switches reemplazan a los hubs.
- Usa codificación 4B/5B
- Transporta 100 Mbps de tráfico en modo half-dúplex.
- Transporta 200 Mbps de tráfico en modo full-dúplex.



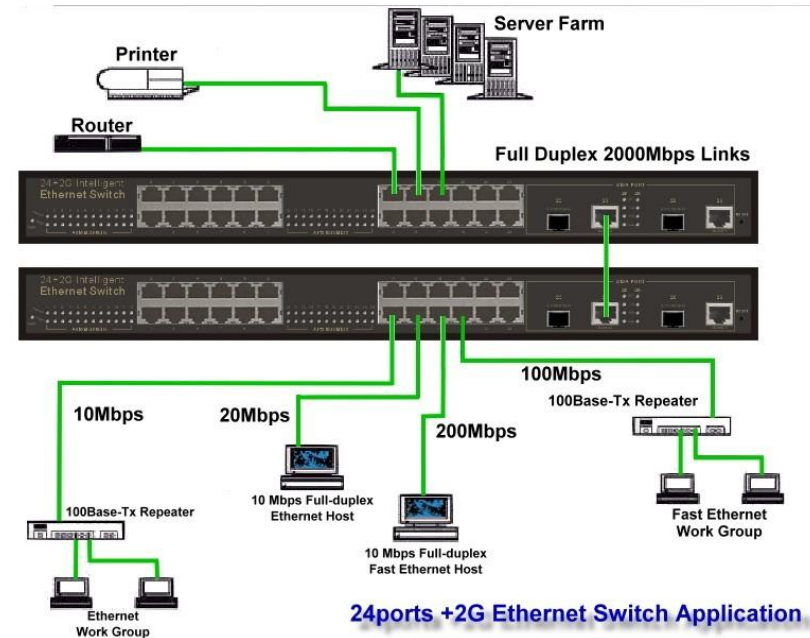


# Arquitectura Fast Ethernet

- Generalmente consisten en una conexión entre la estación y el hub o switch.
- Los hubs se consideran repetidores multipuerto y los switches, puentes multipuerto.
- Estos están sujetos a la limitación de 100 m de distancia de los medios UTP.
- Un repetidor Clase 1
  - puede introducir hasta 140 tiempos de bit de latencia.
  - cambia entre una implementación de Ethernet y otra.
- Un repetidor Clase II
  - puede introducir 92 tiempos de bit de latencia.
  - para lograr menor latencia, los repetidores Clase II deben conectarse a tipos de segmentos que usen la misma técnica de señalización.
  - no puede superar los 5 metros.

# Arquitectura de Gigabit Ethernet

- Las limitaciones de distancia de los enlaces full-duplex están restringidas sólo por el medio y no por el retardo de ida y vuelta.
- Se recomienda que todos los enlaces existentes entre una estación y un hub o switch estén configurados para Auto-Negociación para así permitir el mayor rendimiento conjunto.



# Ethernet 10Mbps

Estándar Ethernet	Fecha	Descripción
Ethernet experimental	1972 (patentado en 1978)	2.94 Mbit/s sobre cable coaxial en topología de bus.
Ethernet II (DIX v2.0)	1982	10 Mbit/s sobre coaxial fino (thinnet) - La trama tiene un campo de tipo de paquete. El protocolo IP usa este formato de trama sobre cualquier medio.
IEEE 802.3	1983	10BASE5 10 Mbit/s sobre coaxial grueso (thicknet). Longitud máxima del segmento 500 metros - Igual que DIX salvo que el campo de Tipo se substituye por la longitud.
802.3a	1985	10BASE2 10 Mbit/s sobre coaxial fino (thinnet o cheapernet). Longitud máxima del segmento 185 metros
802.3b	1985	10BROAD36
802.3c	1985	Especificación de repetidores de 10 Mbit/s
802.3d	1987	FOIRL (Fiber-Optic Inter-Repeater Link) enlace de fibra óptica entre repetidores.
802.3e	1987	10BASE5 o StarLAN
802.3i	1990	10BASE-T 10 Mbit/s sobre par trenzado (UTP). Longitud máxima del segmento 100 metros.
802.3j	1993	10BASE-F 10 Mbit/s sobre fibra óptica. Longitud máxima del segmento 1000 metros.

# Fast Ethernet

Estándar Ethernet	Fecha	Descripción
<a href="#">802.3u</a>	1995	100BASE-TX, 100BASE-T4, 100BASE-FX Fast Ethernet a 100 Mbit/s con auto-negociación de velocidad.
802.3x	1997	Full Duplex (Transmisión y recepción simultáneos) y control de flujo.
802.3y	1998	100BASE-T2 100 Mbit/s sobre par trenzado (UTP). Longitud máxima del segmento 100 metros.

# 1Gbit Ethernet

Estándar Ethernet	Fecha	Descripción
802.3z	1998	1000BASE-X Ethernet de 1 Gbit/s sobre fibra óptica.
802.3ab	1999	1000BASE-T Ethernet de 1 Gbit/s sobre par trenzado.
802.3ac	1998	Extensión de la trama máxima a 1522 bytes (para permitir las "Q-tag") Las Q-tag incluyen información para 802.1Q VLAN y manejan prioridades según el estándar 802.1p.
802.3ad	2000	Agregación de enlaces para enlaces gemelos.

# 10 Gbit Ethernet

Estándar Ethernet	Fecha	Descripción
802.3ae	2003	Ethernet a 10 Gbit/s; 10GBASE-SR, 10GBASE-LR
<a href="#">IEEE 802.3af</a>	2003	Alimentación sobre Ethernet.
802.3ah	2004	Ethernet en el último kilómetro.
802.3ak	2004	10GBASE-CX4 Ethernet a 10 Gbit/s sobre cable bi-axial.
802.3an	en proceso	10GBASE-T Ethernet a 10 Gbit/s sobre par trenzado (UTP)
802.3ap	en proceso	Ethernet de 1 y 10 Gbit/s sobre circuito impreso.
802.3aq	en proceso	10GBASE-LRM Ethernet a 10 Gbit/s sobre fibra óptica multimodo.
802.3ar	en proceso	Gestión de Congestión
802.3as	en proceso	Extensión de la trama

# Bibliografía

❖ *Computer Networking: A Top Down Approach*

4<sup>th</sup> edition

Jim Kurose, Keith Ross

Addison-Wesley, July 2007, ISBN: 9780321497703

❖ *Network Fundamentals, CCNA Exploration Companion Guide*

Mark A.Dye, Rick McDonald, Antoon W. Ruff

Cisco Press, Noviembre 2007, ISBN: 9781587132087

*Capítulo 5*